

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-346187

(43)Date of publication of application : 12.12.2000

(51)Int.Cl.

F16H 61/00
B60K 6/00
B60K 8/00
B60K 17/04
B60L 11/14
B60L 15/20
H02K 7/10
H02P 15/00

(21)Application number : 11-158138

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.06.1999

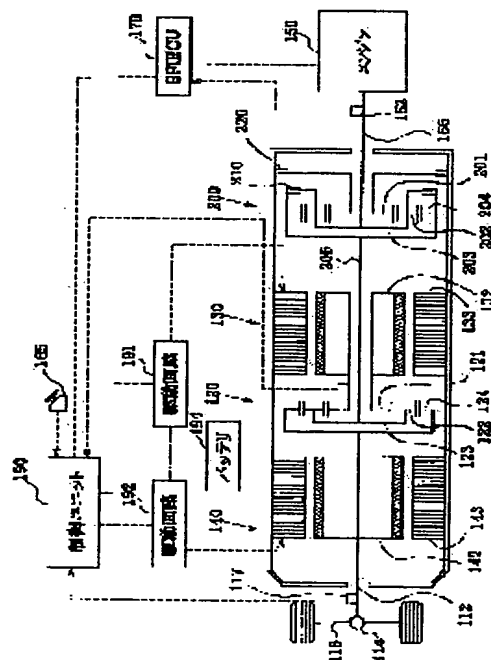
(72)Inventor : ABE TETSUYA

(54) HYBRID VEHICLE AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve operating efficiency of a hybrid vehicle.

SOLUTION: A motor 130 is connected to a sun gear 121 of a planetary gear 120, a drive shaft 112 and an assist motor 140 are connected to a ring gear 124, and an engine 150 is connected to a planetary carrier 123 through a planetary gear 200 constituting a speed change mechanism. Power output from the engine 150 is distributed into two parts by the planetary gear 120, while regenerating partly the power as the electric power in the motor 130, the rest of the power is output to the drive shaft 122. The regenerated power is supplied to the assist motor 140, and torque output to the drive shaft is added. In accordance with a running condition of a vehicle, speed change ratio is controlled so as to decrease a difference between input/output rotational speeds of the planetary gear 120. As the result, regenerative electric power at torque change time can be suppressed, a loss according to the conversion between power and electric power can be reduced.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(2)

特開2000-346187

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し動力と電圧との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段とを備えるハイブリッド車両であって、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の変速比で動力を伝達する変速機を備えるハイブリッド車両。

【請求項2】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記駆動軸の目標動力を、目標回転数および目標トルクの組合せで設定する目標動力設定手段と、前記目標動力に応じ、運転効率を優先して設定された回転数およびトルクで前記エンジンを運転するエンジン制御手段と、

前記変速機を制御して、前記第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との差が、予め設定された所定範囲内となる変速比を実現する変速機制御手段とを備えるハイブリッド車両。

【請求項3】 請求項2記載のハイブリッド車両であって、

前記変速機は、前記ハイブリッド車両の走行領域において、前記入力回転数と前記出力回転数との大小関係を、少なくとも、該トルク変換手段による変換効率が高い側の関係に維持可能な範囲で設定された変速比で動力を伝達する機構であり、

前記変速機制御手段は、該変速機を制御して、前記入力回転数と出力回転数の大小関係を、前記変換効率が高い側の関係に維持する手段であるハイブリッド車両。

【請求項4】 請求項3記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、前記第1の回転軸および第2の回転軸に結合され、電圧のやりとりによって、該第1の回転軸の動力を少なくとも回転数の異なる動力に調整して該第2の回転軸に伝達する動力調整装置と、

前記第2の回転軸に結合された電動機とを備える手段であり、

前記変換効率が高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも大きい関係であるハイブリッド車両。

【請求項5】 請求項3記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、

あり、

前記変換効率が高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも小さい関係であるハイブリッド車両。

【請求項6】 前記変速機が、前記出力軸とトルク変換手段との間に設けられた請求項1記載のハイブリッド車両。

【請求項7】 前記変速機が、前記トルク変換手段と前記駆動軸との間に設けられた請求項1記載のハイブリッド車両。

10 【請求項8】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記変速機は、

3つの回転軸のうち、2つの回転軸が前記出力軸側および前記駆動軸側にそれぞれ結合されたプラネタリギヤと、

該プラネタリギヤの残余の回転軸について、選択的に回転および制止可能な制止手段と、

前記2つの回転軸同士を選択的に結合および解放可能な結合手段とを備える機構であるハイブリッド車両。

20 【請求項9】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、

ロータ軸を有する発電機と、

3つの回転軸を有し、該回転軸が前記出力軸、駆動軸、およびロータ軸にそれぞれ結合されたプラネタリギヤと、

前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された電動機とを備える手段であるハイブリッド車両。

30 【請求項10】 請求項1記載のハイブリッド車両であって、

前記トルク変換手段は、

前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合された第2のロータとを有する対ロータ電動機と、

前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された電動機とを備える手段であるハイブリッド車両。

【請求項11】 出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し動力と電圧との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段と、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の

40 変速比で動力を伝達する変速機とを備えるハイブリッド車両において、前記変速機は、

3

予め設定された所定範囲内となるよう、前記変速機の変速比を制御する工程とを備える制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくともエンジンを動力源として走行可能なパラレルハイブリッド車両に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、エンジンと電動機とを動力源とするハイブリッド車両が提案されている（例えば特開平9-47094に記載の技術等）。ハイブリッド車両の一種としていわゆるパラレルハイブリッド車両がある。パラレルハイブリッド車両は、エンジンの回転数およびトルクを、トルク変換手段によって、動力と電力との変換を介して目標回転数および目標トルクに変換して駆動軸に出力し走行する。トルク変換手段には、電力のやりとりによって動力を調整しつつ伝達する動力調整装置と電動機とからなる構成が適用される。エンジンから出力された動力は、その一部が動力調整装置により駆動軸に伝達され、残余の動力が電力として回生される。この電力はバッテリーに蓄電されたり、エンジン以外の動力源としての電動機を駆動するのに用いられる。パラレルハイブリッド車両は、エンジンから出力された動力を任意の回転数およびトルクで駆動軸に出力することができ、駆動軸から出力すべき要求動力に関わらずエンジンは運転効率の高い運転ポイントを選択して運転することができるため、燃費および排気浄化性に優れている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記構成のパラレルハイブリッド車両では、電力と動力との変換を通じてトルク変換を行う。電力と動力との変換には、所定の損失が伴うのが通常である。かかる損失に起因して、従来のパラレルハイブリッド車両では、走行可能な運転領域全般で十分に高い運転効率を維持することができなかった。例えば、高速運転領域や高トルクが要求される運転領域などでは、運転効率が低下することがあった。

【0004】また、従来のハイブリッド車両では、トルク変換時に動力の循環が発生して運転効率が低下することがあった。動力の循環について具体的に説明する。図22は電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力調整装置として、プラネタリギヤPGと発電機Gとを適用した場合を示した。プラネタリギヤPGは遊星歯車と呼ばれ、中心で回転するサンギヤ、その周囲を自転しながら公転するプラネタリアリブを有するギヤ、さらにその外周を回転さ

(3)

特開2000-346187

4

いう機械的性質を有している。かかる性質に基づき、プラネタリギヤPGは、一つの要素に入力された動力を他の2つの要素に分配して伝達することができる。図22に例示した構成では、サンギヤに発電機Gが結合され、プラネタリアリブにエンジンEGが結合され、リングギヤに電動機AMおよび駆動軸DSが結合される。プラネタリギヤPG、発電機G、および電動機AMがトルク変換装置TCを構成する。かかる構成では、エンジンの回転数よりも駆動軸の回転数が低いアンダードライブ走行時に運転効率が高くなる特性がある。

【0005】図23は電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。エンジンEGから出力される動力は、回転数を低減するとともにトルクを増大して駆動軸DSから出力される。エンジンEGから出力された動力PU1は、プラネタリギヤPGによって2つに分配され、一部は回転数およびトルクが低減された動力PU2として伝達される。残余の部分は発電機Gに伝達される。この動力で発電機Gが駆動されると、発電が行われるため、エンジンEGから出力された動力の一部は電力EU1として回生される。この電力EU1によってアシストモータAMを力行し、不足分のトルクを補償することに要求された回転数およびトルクからなる動力PU3が駆動軸DSに出力される。

【0006】図24は電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。エンジンEGから出力された動力PU1は、発電機Gを駆動することによって、増速された動力PU4としてプラネタリギヤPGから下流側に伝達される。次に、アシストモータAMで負荷を与えて、余剰のトルクを低減することによって、要求された回転数およびトルクからなる動力PU3が駆動軸DSに出力される。アシストモータAMでは動力PU4の一部を電力EU2として回生することによって負荷を与える。この電力は発電機Gの力行に用いられる。

【0007】両者を比較すると、エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも高い場合（図23）では、エンジンから出力された動力が駆動軸に伝達される経路において、上流側に位置する動力調整装置PG+Gで回生された電力が下流側に位置するアシストモータAMに供給される。エンジンEGの回転数が駆動軸の回転数よりも低い場合（図24）では、逆に、下流側に位置するアシ

5

うち、有効に駆動軸D Sに伝達される動力が低減するため、ハイブリッド車両の運転効率が低下する。

【0008】逆に、電動機を出力軸に結合した場合は、エンジン、電動機、動力調整装置の順に結合した構成となる。図25は電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。図示する通り、エンジンE Gの出力軸C Sに電動機A Mが結合され、駆動軸D Sに動力調整装置としてのプラネタリギヤP Gおよび発電機Gが結合される。かかる構成では、逆に、エンジンの回転数よりも駆動軸の回転数が高いオーバードラ

10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
250
260
270
280
290
300
310
320
330
340
350
360
370
380
390
400
410
420
430
440
450
460
470
480
490
500
510
520
530
540
550
560
570
580
590
600
610
620
630
640
650
660
670
680
690
700
710
720
730
740
750
760
770
780
790
800
810
820
830
840
850
860
870
880
890
900
910
920
930
940
950
960
970
980
990
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
1070
1080
1090
1100
1110
1120
1130
1140
1150
1160
1170
1180
1190
1200
1210
1220
1230
1240
1250
1260
1270
1280
1290
1300
1310
1320
1330
1340
1350
1360
1370
1380
1390
1400
1410
1420
1430
1440
1450
1460
1470
1480
1490
1500
1510
1520
1530
1540
1550
1560
1570
1580
1590
1600
1610
1620
1630
1640
1650
1660
1670
1680
1690
1700
1710
1720
1730
1740
1750
1760
1770
1780
1790
1800
1810
1820
1830
1840
1850
1860
1870
1880
1890
1900
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1980
1990
2000
2010
2020
2030
2040
2050
2060
2070
2080
2090
2100
2110
2120
2130
2140
2150
2160
2170
2180
2190
2200
2210
2220
2230
2240
2250
2260
2270
2280
2290
2300
2310
2320
2330
2340
2350
2360
2370
2380
2390
2400
2410
2420
2430
2440
2450
2460
2470
2480
2490
2500
2510
2520
2530
2540
2550
2560
2570
2580
2590
2600
2610
2620
2630
2640
2650
2660
2670
2680
2690
2700
2710
2720
2730
2740
2750
2760
2770
2780
2790
2800
2810
2820
2830
2840
2850
2860
2870
2880
2890
2900
2910
2920
2930
2940
2950
2960
2970
2980
2990
3000
3010
3020
3030
3040
3050
3060
3070
3080
3090
3100
3110
3120
3130
3140
3150
3160
3170
3180
3190
3200
3210
3220
3230
3240
3250
3260
3270
3280
3290
3300
3310
3320
3330
3340
3350
3360
3370
3380
3390
3400
3410
3420
3430
3440
3450
3460
3470
3480
3490
3500
3510
3520
3530
3540
3550
3560
3570
3580
3590
3600
3610
3620
3630
3640
3650
3660
3670
3680
3690
3700
3710
3720
3730
3740
3750
3760
3770
3780
3790
3800
3810
3820
3830
3840
3850
3860
3870
3880
3890
3900
3910
3920
3930
3940
3950
3960
3970
3980
3990
4000
4010
4020
4030
4040
4050
4060
4070
4080
4090
4100
4110
4120
4130
4140
4150
4160
4170
4180
4190
4200
4210
4220
4230
4240
4250
4260
4270
4280
4290
4300
4310
4320
4330
4340
4350
4360
4370
4380
4390
4400
4410
4420
4430
4440
4450
4460
4470
4480
4490
4500
4510
4520
4530
4540
4550
4560
4570
4580
4590
4600
4610
4620
4630
4640
4650
4660
4670
4680
4690
4700
4710
4720
4730
4740
4750
4760
4770
4780
4790
4800
4810
4820
4830
4840
4850
4860
4870
4880
4890
4900
4910
4920
4930
4940
4950
4960
4970
4980
4990
5000
5010
5020
5030
5040
5050
5060
5070
5080
5090
5100
5110
5120
5130
5140
5150
5160
5170
5180
5190
5200
5210
5220
5230
5240
5250
5260
5270
5280
5290
5300
5310
5320
5330
5340
5350
5360
5370
5380
5390
5400
5410
5420
5430
5440
5450
5460
5470
5480
5490
5500
5510
5520
5530
5540
5550
5560
5570
5580
5590
5600
5610
5620
5630
5640
5650
5660
5670
5680
5690
5700
5710
5720
5730
5740
5750
5760
5770
5780
5790
5800
5810
5820
5830
5840
5850
5860
5870
5880
5890
5900
5910
5920
5930
5940
5950
5960
5970
5980
5990
6000
6010
6020
6030
6040
6050
6060
6070
6080
6090
6100
6110
6120
6130
6140
6150
6160
6170
6180
6190
6200
6210
6220
6230
6240
6250
6260
6270
6280
6290
6300
6310
6320
6330
6340
6350
6360
6370
6380
6390
6400
6410
6420
6430
6440
6450
6460
6470
6480
6490
6500
6510
6520
6530
6540
6550
6560
6570
6580
6590
6600
6610
6620
6630
6640
6650
6660
6670
6680
6690
6700
6710
6720
6730
6740
6750
6760
6770
6780
6790
6800
6810
6820
6830
6840
6850
6860
6870
6880
6890
6900
6910
6920
6930
6940
6950
6960
6970
6980
6990
7000
7010
7020
7030
7040
7050
7060
7070
7080
7090
7100
7110
7120
7130
7140
7150
7160
7170
7180
7190
7200
7210
7220
7230
7240
7250
7260
7270
7280
7290
7300
7310
7320
7330
7340
7350
7360
7370
7380
7390
7400
7410
7420
7430
7440
7450
7460
7470
7480
7490
7500
7510
7520
7530
7540
7550
7560
7570
7580
7590
7600
7610
7620
7630
7640
7650
7660
7670
7680
7690
7700
7710
7720
7730
7740
7750
7760
7770
7780
7790
7800
7810
7820
7830
7840
7850
7860
7870
7880
7890
7900
7910
7920
7930
7940
7950
7960
7970
7980
7990
8000
8010
8020
8030
8040
8050
8060
8070
8080
8090
8100
8110
8120
8130
8140
8150
8160
8170
8180
8190
8200
8210
8220
8230
8240
8250
8260
8270
8280
8290
8300
8310
8320
8330
8340
8350
8360
8370
8380
8390
8400
8410
8420
8430
8440
8450
8460
8470
8480
8490
8500
8510
8520
8530
8540
8550
8560
8570
8580
8590
8600
8610
8620
8630
8640
8650
8660
8670
8680
8690
8700
8710
8720
8730
8740
8750
8760
8770
8780
8790
8800
8810
8820
8830
8840
8850
8860
8870
8880
8890
8900
8910
8920
8930
8940
8950
8960
8970
8980
8990
9000
9010
9020
9030
9040
9050
9060
9070
9080
9090
9100
9110
9120
9130
9140
9150
9160
9170
9180
9190
9200
9210
9220
9230
9240
9250
9260
9270
9280
9290
9300
9310
9320
9330
9340
9350
9360
9370
9380
9390
9400
9410
9420
9430
9440
9450
9460
9470
9480
9490
9500
9510
9520
9530
9540
9550
9560
9570
9580
9590
9600
9610
9620
9630
9640
9650
9660
9670
9680
9690
9700
9710
9720
9730
9740
9750
9760
9770
9780
9790
9800
9810
9820
9830
9840
9850
9860
9870
9880
9890
9900
9910
9920
9930
9940
9950
9960
9970
9980
9990
10000

【0010】このように従来のハイブリッド車両では、電動機A Mの結合先に応じて特定の走行領域において動力の循環が生じ運転効率が低下する。動力の循環を生じないよう、車両の運転状態に応じて電動機A Mの結合先をエンジンの出力軸C Sと駆動軸D Sとの間で切り換えることも可能ではある。しかしながら、かかる場合には、電動機A Mの結合先を切り換えを実現するため装置構成が複雑化したり、切り換え時にトルクショックが生じ、車両の乗り心地や応答性を低下させるなどの新たな課題を生じる。

【0011】本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、エンジンからの動力の一部を直接駆動軸に出力可能なパラレルハイブリッド車両において、広範囲領域で運転効率の向上を実現可

(4)

特開2000-346187

6

力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し動力と電力との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段とを備えるハイブリッド車両であって、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の変速比で動力を伝達する変速機を備えることを要旨とする。

【0013】ハイブリッド車両における損失は主にトルク変換手段で発生する。上記構成のハイブリッド車両では、電力と動力との変換を介してエンジンから出力された動力をトルク変換して駆動軸に出力することができる。電力と動力との変換には所定のエネルギー損失が生じるのが通算である。このエネルギー損失が大きくなれば、ハイブリッド車両の運転効率は低下する。

【0014】エンジンから駆動軸に機械的に伝達される動力（以下、直達動力と呼ぶ）の回転数およびトルクと駆動軸に出力すべき目標回転数および目標トルクとが一致する場合には、トルク変換の必要はない。この場合、電力と動力との変換はなされないから、運転効率は高い。これに対し、直達動力の回転数およびトルクが、駆動軸の目標回転数および目標トルクと異なる場合には、電力と動力との変換を介してトルク変換を行う。即ち、エンジンから出力される動力の一部を機械的な直達動力として駆動軸に出力しつつ、残余の動力を電力に一旦変換する。この電力を用いてトルク変換手段の内部に設けられた電動機を駆動し、直達動力と駆動軸の目標動力との差を補償し、目標回転数および目標トルクからなる動力を駆動軸に出力する。直達動力と駆動軸の目標動力との差が大きくなれば、電力と動力の変換量が大きくなるため、変換時に生じる損失も大きくなる。この結果、ハイブリッド車両の運転効率が低下する。

【0015】本発明のハイブリッド車両によれば、上記変速機的作用により、直達動力と駆動軸の目標動力との差を抑制することができる。直達動力の回転数が目標動力の回転数よりも非常に小さく、トルク変換手段で増速が必要な走行状態を考える。かかる場合に、本発明のハイブリッド車両によれば、変速機を増速側に切り換えることにより、エンジンからの直達動力の回転数を増速することができる。トルク変換手段では、増速された直達動力と目標動力との差を調整する変換を行えば済むため、電力と動力との変換量を低減することができる。換言すれば、駆動軸に出力される動力のうち、直達動力の割合を増加させることができる。この結果、トルク変換

(5)

特開2000-346187

7

かる場合は、換言すれば、直達動力のトルクが目標動力のトルクよりも非常に低く、トルク変換手段でトルク付加が必要な走行状態に相当する。本発明のハイブリッド車両によれば、かかる走行状態においては、変速比を減速側に切り換えることにより、エンジンからの直達動力のトルクを増大することができる。従って、トルク変換手段では、トルク付加された直達動力と目標動力との差を調整する変換を行えば済むため、電力と動力との変換量を低減することができ、ハイブリッド車両の運転効率を向上することができる。

【0017】なお、上記変速機は、いわゆる無段階で変速可能な機構を用いることも可能ではあるが、予め設定された一定の変速比で変速可能な機構を用いることが望ましい。ハイブリッド車両では、トルク変換手段により、エンジンから出力される回転数を任意の回転数およびトルクに変更して出力可能であるから、更に無段階の変速機を設ける必要性は低い。無段階の変速機を設けることにより、却って、装置構成の複雑化、大型化などの新たな課題を招く可能性もある。これに対し、予め設定された一定の変速比の変速機は、簡易な構成であるため、装置の複雑化、大型化、製造コストの増大などの弊害少なく、組み込むことができる。また、トルク変換手段における電力と動力の変換を抑制するという目的は、一定の変速比で変速することにより十分達成することができる。かかる観点から、上記変速機は、予め設定された一定の変速比で変速可能な機構を用いることが望ましい。

【0018】変速機は、2以上の変速比を實現できるものであればよい。変速比は、必ずしも、減速側と増速側の双方を備えている必要はない。例えば、変速比の入力側と出力側とを直結した状態と、減速または増速のいずれか一方の状態とで切り換え可能な変速機を用いるものとしても構わない。当然、変速機が切り換え可能な変速比が多い程、より高い効率での運転を實現可能となることはいふまでもない。

【0019】本発明のハイブリッド車両においては、上記変速機の切り換えを手動で行うものとしても構わないが、前記駆動軸の目標動力を、目標回転数および目標トルクの組合せで設定する目標動力設定手段と、前記目標動力に応じ、運転効率を優先して設定された回転数およびトルクで前記エンジンを運転するエンジン制御手段と、前記変速機を制御して、前記第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との差が、予め設定された所定範囲内となる変速比を實現する変速機制御手段

8

お、入力回転数と出力回転数との差について、上記制御の基準となる所定範囲は、ハイブリッド車両の走行領域、および目標とする運転効率などを考慮し、車両の構成に応じて種々適切な値を設定することができる。

【0021】また、本発明のハイブリッド車両において、前記変速機は、前記ハイブリッド車両の走行領域において、前記入力回転数と前記出力回転数との大小関係を、少なくとも、該トルク変換手段による変換効率が高い側の関係に維持可能な範囲で設定された変速比で動力を伝達する機構であり、前記変速機制御手段は、該変速機を制御して、前記入力回転数と出力回転数の大小関係を、前記変換効率が高い側の関係に維持する手段であるものとするのが望ましい。

【0022】ハイブリッド車両のトルク変換手段では、先に図22～図27を用いて具体的に説明した通り、第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との大小関係に応じて動力の循環が生じ、効率が低下する場合がある。動力の循環は、トルク変換手段の構成に応じて、入力回転数および出力回転数が所定の大小関係にある場合に生じる。上記ハイブリッド車両によれば、車両の走行領域のほぼ全般において入力回転数と出力回転数との大小関係をより効率が高い側に維持することができる。なお、上記構成のハイブリッド車両は、トルク変換時における効率の低下を抑制するものである。従って、上記変速機制御手段は、トルク変換が行われる走行領域において上記大小関係を一定の状態に維持するものであればよい。トルク変換が必要とされない走行領域においてまで必ずしも上記大小関係を維持する必要はない。

【0023】入力回転数と出力回転数との大小関係を維持するハイブリッド車両について、より具体的には、次の態様が望ましい。第1の態様は、前記トルク変換手段が、前記第1の回転軸および第2の回転軸に結合され、電力のやりとりによって、該第1の回転軸の動力を少なくとも回転数の異なる動力に調整して該第2の回転軸に伝達する動力調整装置と、前記第2の回転軸に結合された電動機とを備える手段である場合には、前記変換効率が高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも大きい関係である。

【0024】第1の態様は、先に図22に示した態様に相当する。図22中のプラネタリギヤPGおよび発電機Gが上述の動力調整装置に相当し、アシストモータAMが上述の電動機に相当する。もちろん、このことは図22の構成に限定されることを意味するものではない。既に図23、図24で説明した通り、発電機Gと電動機Gとが

9

【0025】第2の態様は、前記トルク変換手段が、前記第1の回転軸および第2の回転軸に結合され、電力のやりとりによって、前記第1の回転軸の動力を少なくとも回転数の異なる動力に調整して第2の回転軸に伝達する動力調整装置と、前記第1の回転軸に結合された駆動機とを備える手段である場合には、前記変換効率が高い側の関係は、前記入力回転数が前記出力回転数よりも小さい関係である。

【0026】第2の態様は、先に図25に示した態様に相当する。もちろん、このことは図25の構成に限定されることを意味するものではない。既に図26、図27で説明した通り、駆動機が駆動軸に結合された構成においては、入力回転数が出力回転数よりも高い場合に動力の循環が発生する。第2の態様では、入力回転数が出力回転数よりも低い状態を維持することができるため、高い効率でトルク変換を行うことができる。

【0027】本発明のハイブリッド車両において、前記変速機を設ける場所は、種々の選択が可能である。例えば、前記変速機を、前記出力軸とトルク変換手段との間に設けることができる。また、前記変速機を、前記トルク変換手段と前記駆動軸との間に設けることもできる。もちろん、前記出力軸とトルク変換手段の間、およびトルク変換手段と駆動軸の間の双方に変速機をそれぞれ設けるものとしてもよい。

【0028】前者の態様、即ち、変速機をエンジンEGの出力軸とトルク変換手段との間に介在させるものとするれば、エンジンEGから出力される動力を変速してトルク変換手段に入力することができる。即ち、トルク変換手段の入力回転数側を変速することにより、入力回転数と出力回転数との差を所定の範囲内に制御することができる。

【0029】後者の態様、即ち、変速機をトルク変換手段と駆動軸の間に介在させるものとするれば、トルク変換手段から出力される動力を変速して駆動軸に出力することができる。こうすることにより、駆動軸の目標回転数と出力回転数とを異なる値とすることができる。従って、後者の態様によれば、トルク変換手段の出力回転数側を変速することにより、入力回転数と出力回転数との差を所定の範囲内に制御することができる。

【0030】上述の2つの態様のうち、いずれを選択するものとしても構わない。エンジンEGから出力されるトルクおよび回転数の範囲、駆動軸に要求されるトルクおよび回転数の範囲、トルク変換手段に許容されるトルクおよび回転数の範囲を考慮して適宜選択することができ

(6)

特開2000-346187

19

【0031】本発明のハイブリッド車両において、前記変速機も種々の構成を適用することができる。例えば、前記変速機は、3つの回転軸のうち、2つの回転軸が前記出力軸側および前記駆動軸側にそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、該ブラネタリギヤの残余の回転軸について、選択的に回転および制止可能な制止手段と、前記2つの回転軸同士を選択的に結合および解放可能な結合手段とを備える機構であるものとしてすることができる。

【0032】ブラネタリギヤは、中心で回転するサンギヤ、サンギヤの外周を自転しながら公転するブラネタリピニオンギヤを備えるブラネタリキャリアと、更にその外周で回転するリングギヤとから構成される。上述の3つの回転軸とは、サンギヤ、ブラネタリキャリア、リングギヤにそれぞれ結合された回転軸を意味する。出力軸側および駆動軸側に結合とは、必ずしも出力軸および駆動軸に直接結合されている必要はなく、トルク変換手段を介して出力軸または駆動軸に結合されている場合も含む意味である。周知の事実であるが、ブラネタリギヤは、これらの3つの回転軸のうち2つの回転軸の回転状態が決まると残余の回転軸の回転状態が決まるという特性を有している。

【0033】上記構成の変速機の作用について説明する。上記2つの回転軸を解放し、上記制止手段によってブラネタリギヤの一つの回転軸の回転を制止した場合を考える。この結果、解放された2つの回転軸について、一方の回転状態が決まれば他方の回転状態も決まるため、両者はギヤで結合されたのと等価な状態になる。結合のギヤ比は、ブラネタリギヤのギヤ比によって定まる。一方、上記2つの回転軸を結合するとともに、残余の回転軸を解放した場合を考える。このとき、結合された2つの回転軸は一体的に回転する。従って、出力軸側と駆動軸側の回転軸は直結された状態となる。このように上記構成の変速機によれば、結合手段および制止手段を操作することにより、2つの回転軸を所定の変速比で結合したり、直結したりすることができる。しかも、かかる作用を比較的小型の装置構成で実現することができる。なお、ブラネタリギヤの3つの回転軸への結合状態については、種々の態様が選択可能である。

【0034】本発明のハイブリッド車両において、前記トルク変換手段も種々の構成を適用することができる。例えば、前記トルク変換手段は、ロータ軸を有する発電機と、3つの回転軸を有し、該回転軸が前記出力軸、駆動軸、およびロータ軸にそれぞれ結合されたブラネタリギヤと、前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された駆動機とを備える2千図の図24の構成と

40

11

回転軸に伝達するとともに、ロータ軸に分配された動力を発電機によって電力として回生することができる。こうして伝達された動力は、トルクのみが駆動軸の目標トルクと相違する。上記発電機を力行運転または回生運転すれば、トルクの相違を補償することができる。上述の構成によれば、かかる作用によってトルク変換手段として機能することができる。

【0036】また、前記トルク変換手段は、前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合された第2のロータとを有する対ロータ電動機と、前記第1の回転軸または第2の回転軸の一方に結合された発電機とを備える手段であるものとすることもできる。

【0037】対ロータ電動機によれば、第1のロータと第2のロータとの電磁的な結合により、入力された動力を目標回転数に調整しつつ第2の回転軸に伝達することができる。また、両者間の相対的な滑りによって動力の一部を発電機として回生することも可能である。上記発電機を力行運転または回生運転すれば、伝達された動力のトルクと目標トルクとの相違を補償することができる。上述の構成によれば、かかる作用によってトルク変換手段として機能することができる。

【0038】本発明はハイブリッド車両の他、その制御方法として構成することもできる。即ち、本発明の制御方法は、出力軸を有するエンジンと、動力を出力するための駆動軸と、前記出力軸側に結合された第1の回転軸と前記駆動軸側に結合された第2の回転軸とを有し動力と電力との変換を介して該第1の回転軸の回転数およびトルクを変換して該第2の回転軸に出力可能なトルク変換手段と、前記エンジンから出力された動力が前記駆動軸に出力されるまでの経路中に介在し、所定の変速比で動力を伝達する変速機とを備えるハイブリッド車両の運転を制御する制御方法であって、(a) 前記駆動軸の目標動力を、目標回転数および目標トルクの組合せて設定する工程と、(b) 前記目標動力に応じ、運転効率を優先して設定された回転数およびトルクで前記エンジンを運転する工程と、(c) 前記第1の回転軸の入力回転数と第2の回転軸の出力回転数との差が、予め設定された所定範囲内となるよう、前記変速機の変速比を制御する工程とを備える制御方法である。

【0039】かかる制御方法によれば、先にハイブリッド車両で説明したのと同様の作用により、車両を広範な運転領域において高効率で運転することができる。なお、上記制御方法においても、先にハイブリッド車両で説明したのと同様の作用により、車両を広範な運転領域において高効率で運転することができる。

(7)

特開2000-346187

12

図1を用いて説明する。図1は本実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。このハイブリッド車両の動力系統は、次の構成から成っている。動力系統に備えられたエンジン150は通常のガソリンエンジンであり、クランクシャフト156を回転させる。エンジン150の運転はE F I E C U 170により制御されている。E F I E C U 170は内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、ROMに記録されたプログラムに従いCPUがエンジン150の燃料噴射料その他の制御を実行する。これらの制御を可能とするために、E F I E C U 170にはエンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。その一つとしてクランクシャフト156の回転数を検出する回転数センサ152がある。その他のセンサおよびスイッチなどの図示は省略した。なお、E F I E C U 170は、制御ユニット190とも電気的に接続されており、制御ユニット190との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。E F I E C U 170は、制御ユニット190からエンジン150の運転状態に関する種々の指令値を受けてエンジン150を制御している。

【0041】エンジン150は変速機構を構成するブラネタリギヤ200に結合されている。ブラネタリギヤ200は、中心で回転するサンギヤ201、その周囲を自転しながら公転するブラネタリピニオンギヤ202、さらにその周囲で回転するリングギヤ204の3種類のギヤから構成されている。ブラネタリピニオンギヤ202はブラネタリキャリア203に軸支されている。クランクシャフト156はブラネタリキャリア203に結合されている。変速機構を構成するため、ブラネタリギヤ200のサンギヤ201には、その回転を制止するためのブレーキ220が設けられている。また、ブラネタリキャリア203とリングギヤとを結合したり解放したりするクラッチ210も設けられている。クラッチ210、ブレーキ220のオン・オフは制御ユニット190により制御される。変速機構の作用については後述する。リングギヤ204の回転軸たるリングギヤ軸205は、上流側に位置するエンジン150から出力された動力が伝達される経路において、さらに下流側に設けられ、動力調整装置を構成するブラネタリギヤ120に結合されている。

【0042】ブラネタリギヤ120は、サンギヤ121、ブラネタリピニオンギヤ122、リングギヤ124の3種類のギヤから構成されている。ブラネタリピニオンギヤ122は、その周囲を自転しながら公転するブラネタリキャリア123に軸支されている。

13

軸116に結合されている。

【0043】モータ130は、同期電動発電機として構成されており、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ133とを備える。モータ130はロータ132に備えられた永久磁石による磁界とステータ133に備えられた三相コイルによって形成される磁界との相互作用により回転駆動する電動機として動作し、場合によってはこれらの相互作用によりステータ133に巻回された三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。なお、モータ130は、ロータ132とステータ133との間の磁束密度が円周方向に正弦分布する正弦波着磁モータを適用することも可能であるが、本実施例では、比較的大きなトルクを出力可能な非正弦波着磁モータを採用した。

【0044】モータ130のステータ133は駆動回路191を介してバッテリー194に電気的に接続されている。駆動回路191は内部にスイッチング素子としてのトランジスタを複数備えたトランジスタインバータであり、制御ユニット190と電気的に接続されている。制御ユニット190が駆動回路191のトランジスタのオン・オフの時間をPWM制御するとバッテリー194を電源とする三相交流がモータ130のステータ133に流れる。この三相交流によりステータ133には回転磁界が形成されモータ130は回転する。

【0045】アシストモータ140も、モータ130と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ143とを備える。アシストモータ140は駆動回路192を介してバッテリー194に接続されている。駆動回路192もトランジスタインバータにより構成されており、制御ユニット190に電気的に接続されている。制御ユニット190の制御信号により駆動回路192のトランジスタをスイッチングすると、ステータ143に三相交流が流れて回転磁界を生じ、アシストモータ140は回転する。本実施例では、アシストモータ140として非正弦波着磁モータを適用した。

【0046】本実施例のハイブリッド車両の運転状態は*

$$Ns = (1 + \rho) / \rho \times Nc - Nr / \rho ;$$

$$Nc = \rho / (1 + \rho) \times Ns + Nr / (1 + \rho) ;$$

$$Nr = (1 + \rho) Nc - \rho Ns ;$$

$$Ts = Tc \times \rho / (1 + \rho) = \rho Tr ;$$

$$Tr = Tc / (1 + \rho) ;$$

$$\rho = \text{サンギヤ201の歯数} / \text{リングギヤ204の歯数} \quad (1)$$

(8)

特開2000-346187

14

*制御ユニット190により制御されている。制御ユニット190もEFIECU170と同様、内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、ROMに記録されたプログラムに従い、CPUが後述する種々の制御処理を行うよう構成されている。これらの制御を可能とするために、制御ユニット190には、各種のセンサおよびスイッチが電気的に接続されている。制御ユニット190に接続されているセンサおよびスイッチとしては、アクセルペダルの操作量を検出するためのアクセルペダルポジションセンサ165、車軸116の回転数を検出する回転数センサ117等が挙げられる。制御ユニット190は、EFIECU170とも電気的に接続されており、EFIECU170との間で種々の情報を、通信によってやりとりしている。制御ユニット190からエンジン150の制御に必要な情報をEFIECU170に出力することにより、エンジン150を間接的に制御することができる。逆にエンジン150の回転数などの情報をEFIECU170から入力することもできる。

【0047】本実施例のハイブリッド車両は、変速機構を構成するクラッチ210およびブレーキ220のオン・オフを変更すると、プランタリギヤ200の作用により、エンジン150をプランタリギヤ120に結合する際の変速比を変更することができる。図2は変速機構の動作について示す説明図である。クラッチ210のオン・オフおよびブレーキ220のオン・オフで実現される4通りの組合せについて示した。なお、クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフは制御ユニット190により制御される。

【0048】変速機構の動作を説明するため、まず、プランタリギヤ200の一般的な性質について説明する。プランタリギヤ200は、サンギヤ201、プランタリキャリア203およびリングギヤ204のそれぞれに結合された回転軸の回転数およびトルクに以下の関係が成立することが機構学上よく知られている。即ち、上記3つの回転軸のうち、2つの回転軸の動力状態が決定されると、以下の関係式に基づいて残余の一つの回転軸の動力状態が決定される。

15

ラッチ210およびブレーキ220を共にオンにした場合の状態を示した。ブレーキ220がオンとなっているため、サンギヤ201の回転は制止され、回転数は0となる。また、クラッチ210がオンになっているため、リングギヤ204とプラネタリキャリア203とは結合され、両者は一体的に回転する。この結果、上式(1)のNsに値0を代入し、 $N_c = N_r$ を代入すれば明らかな通り、プラネタリギヤ200は全てのギヤの回転数が値0となる。従って、結合状態Aでは、走行することができない。

【0051】右上には、結合状態Bとして、クラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオンになっているため、サンギヤ201の回転数Nsは値0である。一方、クラッチ210がオフになっているため、リングギヤ204とプラネタリキャリア203とは異なる回転数で回転可能である。上式(1)のNsに値0を代入すれば明らかな通り、リングギヤ204の回転数Nrと、プラネタリキャリア203の回転数Ncの関係は、「 $N_r = (1 + \rho) N_c$ 」で与えられる。即ち、エンジン150は1+ ρ 倍の回転数に増速されてプラネタリギヤ120に結合されたのと等価な状態となる。

【0052】図3はクラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。等価な構成においては、図示する通り、エンジン150は固定の変速ギヤTG1、TG2を介してプラネタリギヤ120に結合される。変速ギヤTG1、TG2の変速比は「 $1 / (1 + \rho)$ 」である。即ち、エンジン150の回転数は、上述の通り、「1+ ρ 」倍に増速されてプラネタリギヤ120に伝達される。逆にトルクは「 $1 / (1 + \rho)$ 」倍されてプラネタリギヤ120に伝達される。以下の説明では、結合状態Bを増速結合状態と称する。

【0053】図2の左下には、結合状態Cとして、クラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、サンギヤ201は自由に回転することができる。一方、クラッチ210がオンになっているため、リングギヤ204とプラネタリキャリア203とは一体的に回転する。結合状態Aと異なり、サンギヤ201の回転が制止されていないため、リングギヤ204およびプラネタリキャリア203の回転は妨げられない。従って、結合状態Cは、エンジン150をプラネタリギヤ120に直結した状態に相当する。図4はクラッチ210

(9)

特開2000-346187

16

ッチ210およびブレーキ220を共にオフとした場合の結合状態を示した。ブレーキ220がオフになっているため、サンギヤ201は自由に回転することができる。また、クラッチ210も解放されているため、プラネタリキャリア203とリングギヤ204も異なる回転数で回転可能である。かかる状態では、プラネタリキャリア203およびリングギヤ204のうち一方の回転状態が決定されても、他方の回転状態は決定されない。つまり、プラネタリキャリア203とリングギヤ204との間では動力を伝達することができない。これは、エンジン150がプラネタリギヤ120から切り離された状態に相当する。

【0055】変速機構は、上述の通り、クラッチ210およびブレーキ220のオン・オフによって4通りの結合状態をとり得る。但し、上述の通り、エンジン150からプラネタリギヤ120に動力を伝達可能なのは、結合状態B（増速結合状態）と結合状態C（直結状態）である。従って、本実施例では、これら2通りの結合状態を車両の走行状態に応じて使い分けている。

【0056】本実施例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ120の機構上の制限から、車速に応じてエンジン150が運転可能な範囲が制限されている。かかる制限を差速制限と呼ぶ。以下、差速制限が生じる理由およびその範囲について説明する。

【0057】図5はプラネタリギヤ120の回転状態を示す説明図である。共線図と呼ばれる図である。プラネタリギヤ120の各ギヤの回転数は先に示した式(1)で表される。式(1)から明らかな通り、各ギヤの回転数は比例関係にある。従って、横軸にサンギヤ121(S)、プラネタリキャリア123(C)、リングギヤ124(R)にそれぞれ対応する座標を、SC間の距離とCR間の距離とが1:1の関係になるようにとり、各座標においてそれぞれのギヤの回転数を縦軸にとれば、図5に示す通り、各ギヤの回転数は直線で表される。なお、 ρ はプラネタリギヤ120のギヤ比である。

【0058】例えば、サンギヤ121の回転数がNs、プラネタリキャリア123の回転数がNe、リングギヤ124の回転数がNrの場合を考える。サンギヤ121の回転状態は、図5の共線図中の点Psで示される。また、プラネタリキャリア123の回転状態は点Pe、リングギヤ124の回転状態は点Prでそれぞれ示される。点Ps、Pe、Prはそれぞれ動作共線と呼ばれる直線上に位置する。

【0059】ここで、プラネタリギヤ120の回転

40

(10)

17

123の回転数は点P_eのまき一定である。この結果、サンギヤ121の回転数は点P_s1で示される値まで増加する。

【0060】プラネタリギヤ120の各ギヤには、機械的に許容される回転数の上限がある。図5に示した通り、低速時においてエンジン150の回転数を高くすれば、サンギヤ121の回転数が非常に高くなり、許容される上限値を超える場合が生じる。サンギヤ121の回転数が上限値を超えないようにするためには、例えば、エンジン150の回転数を図5中の点P_e1に相当する値まで下げる必要がある。このように本実施例のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ120の機械的制限に起因して、車速に応じてエンジン150の運転可能範囲が制限される。かかる制限が差速制限である。

【0061】図6は本実施例のハイブリッド車両における差速制限について示す説明図である。上述した通り、図中の使用可能領域で表された範囲内の車速およびエンジン回転数で運転が行われる。なお、図6中の実線で示した領域は、変速機を直結状態にした場合の使用可能領域を示している。変速機を増速状態とした場合、プラネタリギヤ120に入力される回転数はエンジンの実回転数よりも高くなるため、使用可能領域は図6中の破線で示した領域に移行する。

【0062】(2) 一般的動作：次に、本実施例のハイブリッド車両の一般的動作として、エンジン150から*

$$N_s = (1 + \rho_1) / \rho_1 \times N_e - N_d / \rho_1 ;$$

$$T_s = T_e \times \rho_1 / (1 + \rho_1) ;$$

$$\rho_1 = \text{サンギヤ121の歯数} / \text{リングギヤ124の歯数} \quad \dots (2) ;$$

なお、エンジン150単体で回転数およびトルクを個別に制御することはできないから、実際には、モータ130を上述の回転数およびトルクで運転することにより、結果としてエンジン150が回転数N_e、トルクT_eで運転されることになる。

【0065】エンジン150から出力された動力は、プ*

$$G_{U1} = N_s \times T_s = N_e \times T_e - N_d \times T_e / (1 + \rho_1) \quad \dots (3)$$

【0066】エンジン150から出力された残余の動力は、リングギヤ124に伝達され、車軸116に機械的な動力として直接出力される。先に示した式(1)によれば、エンジン150から車軸116に出力されるトルクT_{re}は、「T_{re} = T_e / (1 + ρ₁)」で与えられる。このトルクと車軸の目標トルクT_dとの差分のト★

$$A_{U1} = (T_d - T_e / (1 + \rho_1)) \times N_d \\ = T_d \times N_d - N_d \times T_e / (1 + \rho_1) \quad \dots (4)$$

【0067】アシストモータ140には、モータ130

特開2000-346187

18

*出力された動力を要求された回転数およびトルクに変換して車軸116に出力する動作について説明する。以下では、説明の容易のため、ディファレンシャルギヤ114のギヤ比は値1であるものとして説明する。つまり、車軸116の回転数およびトルクと駆動軸112の回転数およびトルクは等しいものとする。

【0063】図7は「車軸116の回転数N_d < エンジン150の回転数N_e」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。横軸に回転数N、縦軸にトルクTを採り、エンジン150の運転ポイントP_eと車軸116の回転ポイントP_dを示した。図7中の曲線Pは動力、つまり回転数とトルクの積が一定の曲線である。回転数N_e、トルクT_eでエンジン150から出力された動力P_eを、N_eよりも低い回転数N_d、T_eよりも高いトルクT_dの動力P_dに変換して車軸116から出力する場合を考える。なお、変速機は直結状態であるものとする。

【0064】図7に示した変換を行う場合、車軸116の回転数N_dはエンジン150の回転数N_eよりも小さい。プラネタリギヤ123の回転数はエンジン150の回転数N_eに等しく、リングギヤ124の回転数は車軸116の回転数N_dに等しい。従って、先に示した式(1)から明らかな通り、サンギヤ121の回転数N_sおよびトルクT_sはそれぞれ次式(2)で表される。

※ラネタリギヤ120で2つに分配され、その一部は上記回転数およびトルクの動力としてモータ130に入力される。モータ130は回転数N_sとトルクT_sの積に等しい動力を電力として再生する。上式(2)によれば、再生される電力G_{U1}は、次式(3)で表される。この電力は、図7中の領域G_{U1}の面積に相当する。

★トルク「T_d - T_{re}」をアシストモータ140から出力することにより、車軸116に回転数N_d、トルクT_dの動力を出力することができる。この際、アシストモータ140は、差分のトルク×回転数N_dの電力を消費する。消費される電力A_{U1}は、次式(4)で表される。この電力は、図7中の領域A_{U1}の面積に相当する。

「車軸116の回転数N_d < エンジン150の回転数N_e」の場合には、図7中の領域G_{U1}およびA_{U1}は、図7中の領域G_{U1}とA_{U1}の面積に相当する。

19

(11)

特開2000-346187

記変換を実現する。説明の容易のため、以下では、運転効率を100%として本実施例の動作について説明する。

【0068】図8は「車軸116の回転数 N_d >エンジン150の回転数 N_e 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。図8に示した変換を行う場合、車軸116の回転数 N_d はエンジン150の回転数 N_e よりも大きい。従って、上式(2)から明らかな通り、サンギヤ121の回転数 N_s は負となり、逆転する。つまり、モータ130は電力の供給を受けて逆転方向に力行する。このとき、消費される電力は、上式(3)の絶対値に等しく、図8中のハッチングを施した領域AU2の面積に等しい。

【0069】一方、車軸116のトルク T_d はエンジン150のトルク T_e よりも小さい。従って、アシストモータ140は負のトルクで回生運転される。このとき回生される電力は、上式(4)の絶対値に等しく、図8中のハッチングを施した領域GU2の面積に等しい。両モータでの運転効率を100%と仮定すれば、モータ130で回生される電力とアシストモータ140に供給される電力とが等しくなる。つまり、「車軸116の回転数 N_d >エンジン150の回転数 N_e 」の場合には、図8中のハッチングを付した領域に相当する動力を一旦電力に変換することで、点Peから点Pdへのトルク変換を行うことができる。かかる変換では、下流側に位置するアシストモータ140から上流側に位置するモータ130に電力が供給されるため、動力の循環が生じる。図8中の領域GU2とAU2の双方に共通の領域GU3が循環する動力に相当する。

【0070】以上で説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、エンジン150から出力された動力を要求された回転数およびトルクからなる動力に変換して、車軸116から出力することができる(以下、この運転モードを通常走行と呼ぶ)。その他、エンジン150を停止してアシストモータ140を動力源として走行することも可能である(以下、この運転モードをEV走行とよぶ)。また、停車中にエンジン150の動力でモータ130を回生運転して発電することも可能である。

【0071】図8に示した通り、車軸116の回転数 N_d がエンジン150の回転数 N_e よりも大きい走行時には、動力の循環が生じ、車両の運転効率が低下する。上記説明では、変速機が直結状態の場合を例にとって説明したが、増速結合状態の場合も同様に動力の循環が生じる。上記説明においてエンジン150の回転数 N_e をブ

29

場合に動力の循環が生じる。以下の説明では、かかる条件を満足し動力の循環が生じる走行状態をオーバードライブ走行とよぶ。本実施例のハイブリッド車両は、動力の循環を極力抑え、運転効率を向上するよう、走行領域に応じて変速機構を制御して走行する。

【0072】図9は本実施例のハイブリッド車両における各種走行モードの使い分けの様子を示す説明図である。図中の曲線LMはハイブリッド車両が走行可能な領域を示している。図示する通り、車速およびトルクが比較的低い領域では、EV走行を行う。車速およびトルクが所定値以上の領域では、通常走行を行う。図中の領域WODでは原則として増速結合状態で走行し、領域UEでは直結状態で走行する。例えば、図10中の曲線Dに沿って車両の走行状態が変化していく場合には、当初EV走行を行った後、増速結合状態での走行に移行することになる。

【0073】(3)運転制御処理：次に、本実施例のハイブリッド車両の運転制御処理について説明する。先に説明した通り、本実施例のハイブリッド車両は、EV走行、通常走行など種々の運転モードにより走行することができる。制御ユニット190内のCPU(以下、単に「CPU」という)は車両の走行状態に応じて運転モードを判定し、それぞれのモードについてエンジン150、モータ130、アシストモータ140、クラッチ210、ブレーキ220の制御を実行する。これらの制御は種々の制御処理ルーチンを周期的に実行することにより行われる。以下では、これらの運転モードのうち、通常走行モードについてトルク制御処理の内容を説明する。

【0074】図10は通常走行時のトルク制御ルーチンのフローチャートである。この処理が開始されるとCPUは駆動軸112から出力すべき動力 P_d を設定する(ステップS10)。この動力は、アクセルペダルポジションセンサ165により検出されたアクセルの踏み込み量および車速に基づいて設定される。駆動軸から出力すべき動力 P_d は、駆動軸112の回転数 N_d *と目標トルク T_d *の積で表される。回転数 N_d *は車速と等価なパラメータである。目標トルク T_d *はアクセル開度および車速に応じたテーブルとして予め設定されている。

【0075】次に、充放電電力 P_b および箱機駆動電力 P_h を算出する(ステップS15、S20)。充放電電力 P_b とは、バッテリー194の充放電に要する電力であり、バッテリー194を充電する必要がある場合には正の値、放電する場合には負の値となる。箱機駆動電力 P_h は、エンジン150の動力を要する電力であり、エンジン150が動作している場合には正の値、エンジン150が停止している場合には負の値となる。

(12)

特開2000-346187

21

定する(ステップS30)。運転ポイントとは、エンジン150の目標回転数 N_e と目標トルク T_e の組み合わせをいう。エンジン150の運転ポイントは、予め定められたマップに従って、基本的にはエンジン150の運転効率を優先して設定する。

【0077】図11はエンジンの運転ポイントと運転効率との関係について示す説明図である。回転数 N_e を横軸に、トルク T_e を縦軸にとりエンジン150の運転状態を示している。図中の曲線Bはエンジン150の運転が可能な限界範囲を示している。曲線 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ まではエンジン150の運転効率が一定となる運転ポイントを示している。 $\alpha 1$ から $\alpha 6$ の順に運転効率は低くなっていく。また、曲線C1からC3はそれぞれエンジン150から出力される動力(回転数×トルク)が一定となるラインを示している。

【0078】エンジン150は図示する通り、回転数およびトルクに応じて、運転効率が大きく相違する。エンジン150から曲線C1に相当する動力を出力する場合には、図中のA1点に相当する運転ポイント(回転数およびトルク)が最も高効率となる。同様に曲線C2およびC3に相当する動力を出力する場合には図中のA2点およびA3点で運転する場合が最も高効率となる。出力すべき動力ごとに最も運転効率が高くなる運転ポイントを選択すると、図中の曲線Aが得られる。これを動作曲線と呼ぶ。

【0079】図10のステップS30における運転ポイントの設定では、予め実験的に求められた動作曲線Aを制御ユニット190内のROMにマップとして記憶しておき、かかるマップから要求動力 P_e に応じた運転ポイ

$$N1* = (1 + \rho 1) / \rho 1 \times Ne* - Nd* / \rho 1 ;$$

$$T1* = K1 \times (N1* - N1) + K2 \times \Sigma (N1* - N1) \quad \dots (5)$$

【0082】ここで、 $\rho 1$ はプラネタリギヤ120のギヤ比である。また、目標トルク $T1*$ の式における $K1$ 、 $K2$ は、それぞれ比例積分制御におけるゲインである。 $K1$ は回転数の偏差に対する比例項のゲイン、 $K2$ は回転数の偏差の積分項のゲインに相当する。これらのゲインは、制御の安定性、応答性を考慮して実験等により予め設定することができる。比例積分制御については周知の技術であるため、これ以上の詳細な説明を省略する。

【0083】アシストモータ140の運転ポイントは次の通り設定される。アシストモータ140の目標回転数 $N2*$ は駆動軸112の目標回転数 $Nd*$ に等しい。ま

$$N2* = Nd* ;$$

$$T2* = T1* \times T1* / \rho 1 ;$$

22

※ントを読み込むことで、エンジン150の目標回転数 N_e および目標トルク T_e を設定する。こうすることにより、エンジン150について効率の高い運転ポイントを設定することができる。

【0080】こうして設定されたエンジン150の運転ポイントに応じて、CPUは変速比切り替え制御処理を行う(ステップS100)。この処理は、ハイブリッド車両の走行状態に応じて変速機構の結合状態を増速結合状態(図2の結合状態B)と直結状態(図2の結合状態C)とで切り替える処理である。処理内容の詳細は後述する。

【0081】次にCPUは、CPUは変速機構が増速結合状態であるか否かを判断し(ステップS200)、その結合状態に応じて、モータ130およびアシストモータ140のトルクおよび回転数の指令値を設定する(ステップS205、S210)。増速結合状態でない場合、即ち、直結状態の場合は次の通り指令値を設定する(ステップS205)。モータ130の目標回転数 $N1*$ は、先に示した式(2)において、駆動軸112の目標回転数 $Nd*$ 、エンジン回転数 $Ne*$ を代入することにより設定される。モータ130の目標トルク $T1*$ は式(2)において、駆動軸112の目標トルク $Td*$ 、エンジン目標トルク $Te*$ を代入することで求めることも可能ではあるが、本実施例では、回転数を上記目標値に精度良く制御できるよう、目標回転数 $N1*$ と実際の回転数 $N1$ との偏差に基づく比例積分制御によってモータ130の目標トルク $T1*$ を設定した。モータ130の目標回転数 $N1*$ および目標トルク $T1*$ は次式

(5)の通り設定される。

※た、目標トルク $T2*$ は、エンジン150からプラネタリギヤ120を介して駆動軸112に伝達される直達トルクと、駆動軸112の目標トルク $Td*$ との差を補償するよう設定される。なお、エンジン150からの直達トルクはモータ130のトルク $T1*$ によって変動するため、ここでは上式(5)で設定されたトルク $T1*$ を用いて直達トルクを求める。先に示した式(1)においてサンギヤのトルク Ts に $T1*$ を代入すれば、直達トルクは「 $T1* / \rho 1$ 」と求めることができる。以上より、アシストモータ140の目標回転数 $N2*$ および目標トルク $T2*$ は次式(6)の通り設定される。

(13)

特開2000-346187

23

24

$$N1* = (1 + \rho 1) / \rho 1 \times (1 + \rho) Ne* - Nd* / \rho 1 ;$$

$$T1* = K1 \times (N1* - N1) + K2 \times \Sigma (N1* - N1) ;$$

$$N2* = Nd* ;$$

$$T2* = Td* - T1* / \rho 1$$

【0085】こうして設定されたトルク指令値および回転数指令値に基づいて、CPUはモータ130、アシストモータ140、エンジン150の運転を制御する（ステップS215）。モータの運転制御処理は、同期モータの制御として周知の処理を適用することができる。本実施例では、いわゆる比例積分制御による制御を実行している。つまり、各モータの現在のトルクを検出し、目標トルクとの偏差および目標回転数に基づいて、各相に印加する電圧指令値を設定する。印加される電圧値は上記偏差の比例項、積分項によって設定される。それぞれの項にかかるゲインは実験などにより適切な値が設定される。こうして設定された電圧は、駆動回路191、192を構成するトランジスタインバータのスイッチングのデューティに置換され、いわゆるPWM制御により各モータに印加される。

【0086】CPUは駆動回路191、192のスイッチングを制御することによって、上述の通り、モータ130およびアシストモータ140の運転を直接制御する。これに対し、エンジン150の運転は現実にはEFI ECU170が実施する処理である。従って、制御ユニット190のCPUはEFI ECU170に対してエンジン150の運転ポイントの情報を出力することで、間接的にエンジン150の運転を制御する。

【0087】以上の処理を周期的に実行することにより、本実施例のハイブリッド車両は、エンジン150から出力された動力を所望の回転数およびトルクに変換して駆動軸から出力し、走行することができる。

【0088】次に、変速比切り替え制御処理について説明する。図12は変速比切り替え制御ルーチンのフローチャートである。本ルーチンが開始されると、CPUは駆動軸112の目標運転ポイント、即ち目標回転数Nd*および目標トルクTd*を読み込む（ステップS102）。次に、駆動軸112の目標運転ポイントに基づいて、CPUは変速比の切替が必要であるか否かを判定する（ステップS104）。判定は、車両の走行状態が先に図9で示した領域UDおよび領域ODのいずれに該当するかによって行われる。切り替えの判断について具体例で説明する。

【0089】図13は直結状態から増速結合状態への切り替えの判断を示す説明図である。曲線D1はハイブリッド車両の走行中に生じる車速の変化に伴って駆動軸112

・・・(7)

の回転状態が、図中の矢印で示されるように変化し、領域UDと領域ODとの境界点PD1に至ったとき、CPUは増速結合状態への切り替えを行うべきと判断する。

【0090】図14は増速結合状態から直結状態への切り替えの判断を示す説明図である。曲線D2は勾配のない道路を定常走行している状態での車速とトルクとの関係である。ある車速で定常走行している状態が図中の点PO0に相当する。この状態で走行中に運転者がアクセルを踏み込むと、車両の出力トルクは図中の曲線DOに示すように増加し車両は加速する。増速結合状態から直結状態への切り替えは、例えばこうした過程で生じる。図中の矢印に従って駆動軸112の回転状態が変化し、領域ODと領域UDとの境界点PO1に至ったとき、CPUは直結状態への切り替えを行うべきと判断する。

【0091】このようにCPUは車両の走行領域が領域UDと領域ODとの間で移行するか否かに基づいて切り替えの必要性を判断する。なお、本実施例では、変速比の切り替えが頻繁に行われるのを回避するため、切り替えの判断処理に一定のヒステリシスを持たせている。つまり、直結状態から増速結合状態への切り替えは、図13中の領域OD内に設定された所定の境界線ULに至った場合に切り替えが必要と判断する。増速結合状態から直結状態への切り替えは、図14中の領域UD内に設定された所定の境界線HLに至った場合に切り替えが必要と判断する。ヒステリシスの幅、即ち、曲線UL、HLの位置は車両の運転効率や頻繁な切り替えによって生じる乗り心地の低下などを考慮して、任意に設定することができる。

【0092】ステップS104において、切り替えが必要と判断された場合には、切り替え処理が実行され（ステップS106）、切り替え不要と判断された場合には、この処理をスキップして変速比切り替え制御ルーチンを終了する。図2に示した通り、増速結合状態（結合状態B）は、クラッチ210をオフ、ブレーキ220をオンにした結合状態である。直結状態（結合状態C）は、クラッチ210をオン、ブレーキ220をオフにした結合状態である。両者間の切り替えは、いわゆる半クラッチ状態を経て行われる。増速結合状態から直結状態への切り替えは、ブレーキ220の油圧を徐々に低減し、クラッチ210の油圧を徐々に増大させることによ

(14)

特開2000-346187

25

D)を経てから、いずれか一方をオンにする態様で切り替えを行うものとしても構わない。

【0093】以上で説明した本実施例のハイブリッド車両によれば、車両の運転状態に応じて変速比を切り換えることによって、高い効率でハイブリッド車両を運転することができる。以下、かかる効果について説明する。

【0094】図15はオーバードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。図8で説明したトルク変換に相当する。図8と同様、駆動軸から回転数 N_d 、トルク T_d の動力を出力する場合を考える。図8では、エンジンが図15中の点P_eで運転される場合のトルク変換の様子を示した。ここでは、増速結合状態におけるトルク変換の様子を示す。エンジン150の運転ポイントは変速比に関わらず、要求動力と動作曲線A(図11参照)との交点で設定される。従って、増速結合状態でもエンジン150は点P_eで運転される。但し、増速結合状態では、変速機で回転数が増速されるため、プラネタリギヤ120に入力される動力は図中の点P_{e1}に相当する動力となる。即ち、入力される動力の回転数 N_{e1} は点P_eの回転数 N_e よりも高く、トルク T_{e1} は点P_eのトルク T_e よりも低くなる。

【0095】かかる動力が入力されると、ハイブリッド車両は図8で示したのと同じく、プラネタリギヤ120、モータ130およびアシストモータ140の作用によってトルク変換を行う。既に説明した通り、エンジン150から出力される動力のうち、図15中の領域G_{U2}'の面積に相当する動力は一旦電力に置換される。また、図中の領域A_{U2}'の面積に相当する電力をモータ130で消費する。かかるトルク変換では、図15中の領域G_{U3}'の面積に相当する動力の循環が生じる。

【0096】ここで、図8と図15とを比較する。図8は直結状態でトルク変換した場合に相当し、領域G_{U3}の面積に相当する動力の循環が生じる。図15は増速結合状態でトルク変換した場合に相当し、領域G_{U3}'の面積に相当する動力の循環が生じる。両者の比較から明らかな通り、領域G_{U3}'の方が領域G_{U3}よりも面積が小さい。つまり、増速結合状態でトルク変換することにより、循環する動力を抑制することができる。

【0097】このように本実施例のハイブリッド車両は、オーバードライブ走行時に増速結合状態でトルク変換することにより、エンジン150からプラネタリギヤ120に入力される動力の回転数、トルクを駆動軸112の目標回転数 N_d 、目標トルク T_d に近づけることができる。この結果、トルク変換で生じる動力の循環量を抑制することができ、車両の運転効率を向上させることができる。

26

P_{e2}に相当する回転数まで増速することができる。駆動軸112の回転数 N_d は点P_{e2}の回転数よりも低い。従って、かかる状態で行われるトルク変換は、先に図7で説明したのと同じ態様で行われることになり、動力の循環は生じない。このような変速比を設定すれば、オーバードライブ走行時にも動力の循環の発生を回避することができ、更に高い効率でハイブリッド車両を運転することができる。

【0099】本実施例のハイブリッド車両は、変速比の切り換えにより、オーバードライブ走行時のみならず、アンダードライブ走行時にも運転効率を向上することができる。図16はアンダードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。図7で説明したトルク変換に相当する。図7と同様、駆動軸から回転数 N_d 、トルク T_d の動力を出力する場合を考える。図7では、エンジンが図15中の点P_eで運転される場合のトルク変換の様子を示した。ここでは、車両の走行状態に応じた変速比の切り換えを行わない場合、即ち、アンダードライブ走行時にも増速結合状態を維持した場合のトルク変換の様子を示す。増速結合状態では、変速機で回転数が増速されるため、プラネタリギヤ120に入力される動力は図中の点P_{e3}に相当する動力となる。

【0100】かかる動力に対し、ハイブリッド車両は図7で示したのと同じく、プラネタリギヤ120、モータ130およびアシストモータ140の作用によってトルク変換を行う。既に説明した通り、エンジン150から出力される動力のうち、図16中の領域G_{U1}'の面積に相当する動力は一旦電力に置換される。また、図中の領域A_{U1}'の面積に相当する電力をモータ130で消費する。

【0101】ここで、図7と図16とを比較する。図7は直結状態でトルク変換した場合に相当し、一旦電力に置換されて伝達される動力は領域G_{U1}の面積に相当する。図16は増速結合状態でトルク変換した場合に相当し、一旦電力に置換されて伝達される動力は領域G_{U1}'の面積に相当する。両者の比較から明らかな通り、領域G_{U1}'の方が領域G_{U1}よりも面積が大きくなる。つまり、アンダードライブ走行時には増速結合状態でトルク変換することにより、電力への変換を介して伝達される動力が増大する。一般に電力と機械的な動力との変換には損失が生じる。従って、電力への変換を介して伝達される動力が増大すれば、トルク変換時に生じる損失が増大する。

【0102】本実施例のハイブリッド車両は、アンダー

を図16中の点Pe4に相当する回転数まで減速してプラネタリギヤ120に伝達するものとすれば、プラネタリギヤ120への入力回転数が、駆動軸112の回転状態Pdに近づく。この結果、トルク変換時に一旦電力に置換される動力を直結状態よりも更に低減することができ、運転効率を更に向上することができる。

【０１０３】本実施例のハイブリッド車両では、アンダーライブ結合時に直結状態とすることによって、以下に示す通り、高い動力を出力しやすくなるという利点も生じる。先に図６で説明した通り、本実施例のハイブリッド車両では差速制限が存在し、車速に応じてエンジン１５０の回転数の上限値が定められている。ここで、低速走行時、例えば、図６中の車速Ｖ１で走行している場合を考える。増速結合状態には、図６中に破線で示した差速制限に基づき、エンジン１５０の上限回転数は点ＰＬ２に相当する回転数となる。直結状態では、図６中に実線で示した差速制限に基づき、エンジン１５０の上限回転数は点ＰＬ１に相当する回転数となる。図示する通り、直結状態における上限回転数の方が増速結合状態における上限回転数よりも高い。一般にエンジン１５０の出力は回転数が増大するにつれて増大する。従って、上記差速制限によって上限回転数が制限される結果、増速結合状態よりも直結状態の方が大きな動力を出力することができる。本実施例のハイブリッド車両では、図９に示す通り、高トルクが要求される走行領域において、直結状態で運転する。このように変速比を切り換えることによって、要求に応じた動力をエンジン１５０から出力することができ、バッテリー１９４の電力消費を抑えて車両を運転することができる。

【０１０４】以上で説明した種々の作用によって、本実施例のハイブリッド車両は、車両の走行状態に応じて変速比を切り換えることにより、高い効率での運転を実現することができる。なお、高い効率での運転を実現するためには、例えば、以下に示す方法によって、変速比を適切に設定する必要がある。

【0105】図17は変速比の設定方法について示す説明図である。横軸にブラネタリギヤ12①の入出方の回転数差 ΔN をとり、縦軸にトルク変換時の運転効率をとって示した。回転数差 ΔN とは、「ブラネタリギヤ123の回転数-リングギヤ124の回転数」である。回転数差 ΔN が正の場合がアンダードライブ側に相当し、負の場合がオーバードライブ側に相当する。図15で示した通り、オーバードライブ側では動力の循環が生じるため、運転効率が低くなる。回転数差 ΔN の絶対値が大きくなるにつれて動力の循環量が減少し、運転効率が

【0106】変速比は、運転効率と回転数差 ΔN との関係を踏まえて設定される。まず、車両が実現する目標の運転効率を設定する。次に、目標運転効率を実現可能な回転数差 ΔN の範囲を設定する。図17に示す通り、回転数差と運転効率との関係から、目標運転効率を設定すれば、実現すべき回転数差 ΔN の範囲は、 $\Delta N_2 \sim \Delta N_3$ の間と設定することができる。この範囲はハイブリッド車両の構成に応じて相違することはいうまでもない。

【0107】ハイブリッド車両の走行領域において回転数差 ΔN が上述の目標範囲 $\Delta N2 \sim \Delta N3$ に納まるように変速比を設定すればよい。例えば、ハイブリッド車両が最大車速で走行している場合に、直結状態でトルク変換を行う場合の回転数差が図17中の $\Delta N1$ で表されるものとする。この回転数差が $\Delta N2$ になる変速比を求めれば、増速側の変速比が設定される。アンダードライブ側も同様にして変速比を設定することができる。アンダードライブ側の走行領域で実現される回転数差が $\Delta N3$ よりも小さい場合には、直結状態のみで十分な運転効率を確保可能となる。

【0108】変速比はこのように運転効率と回転数差 ΔN との関係に応じて設定することができる。実施例では、増速結合状態と直結状態の2段階で変速比を切り換える場合を示したが、変速比は、これに限らず種々の設定が可能である。減速状態と直結状態とで切り換える設定とすることもできるし、増速、減速、直結の3段階で切り換えることもできる。また、増速側、減速側に多段階の変速比で切り換えるものとしてもよい。

【0109】上述のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ200を用いた変速機構によって変速比を切り替える場合を例示した。実施例では、プラネタリギヤ200のサンギヤ201にブレーキ220、プラネタリキャリア203にエンジン150、リングギヤ204にプラネタリキャリア軸206を結合し、更にプラネタリキャリア203とリングギヤ204とを結合するクラッチ210を設けた場合を例示した。プラネタリギヤ200と各要素の結合は、これに限らず種々の態様を採りうる。

【0110】図18は第1の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。実施例(図1)の構成に対し、プラネタリギヤ200への各要素の結合が相違する。第1の変形例では、サンギヤ201にエンジン150、プラネタリキャリア203にプラネタリキャリア軸206、リングギヤ204にブレーキ220を結合する。また、プラネタリギヤ200の中心軸に

(15)

特開2000-346187

29

でプラネタリギヤ120に結合することができる。先に示した式(1)によれば、「 $Nc = \rho / (1 + \rho) \times Ns$ 」なる関係があるから、実現される変速比は、「 $(1 + \rho) / \rho$ 」となる。従って、第1の変形例のハイブリッド車両では、プラネタリギヤ200の変速比を変えることなく、実施例のハイブリッド車両と異なる変速比を実現することができる。図示を省略するが、プラネタリギヤ200と各要素との結合は、実施例および第1の変形例に示した例に限らず、種々の組み合わせを採ることができる。

【0112】実施例および第1の変形例では、プラネタリギヤ200を用いた変速機構をエンジン150とプラネタリギヤ120との間に介在させた場合を例示した。変速機構は、プラネタリギヤ120の下流側に設けることも可能である。図19は第2の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。実施例(図1)の構成に対し、プラネタリギヤ200の結合箇所が相違する。即ち、第2の変形例では、変速機構を構成するプラネタリギヤ200のプラネタリキャリア203を、動力調整装置を構成するプラネタリギヤ120のリングギヤ124に結合した。また、プラネタリギヤ200のリングギヤ204を駆動軸112に結合した。その他の構成は、実施例と同じである。

【0113】第2の変形例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ200を動力調整装置と駆動軸112との間に介在させた構成に相当する。かかる構成において、変速比を切り換えると、動力調整装置を構成するプラネタリギヤ120のリングギヤ124に結合されたリングギヤ軸125と駆動軸112との間で変速を行うことができる。実施例では、変速することにより、トルク変換におけるプラネタリギヤ120の入力回転数を駆動軸112の目標回転数との差を低減し、運転効率の向上を実現した。これに対し、第2の変形例では、変速することにより、プラネタリギヤ120の出力回転数、即ち、リングギヤ軸125の目標回転数をエンジン150の目標回転数に近づけることにより、運転効率の向上を図ることができる。従って、第2の変形例によっても実施例と同様の効果を得ることができる。

【0114】なお、第2の変形例においても、プラネタリギヤ200への各要素の結合状態は、種々の態様を採りうることは言うまでもない。また、実施例と第2の変形例を組合せ、プラネタリギヤ120の上流側および下

30

50側に結合し、リングギヤ124をモータ140および駆動軸112に結合した。既に説明した通り、かかる構成では、オーバードライブ走行時に動力の循環が生じる。これに対し、モータ140をエンジン150側に結合するものとしてもよい。かかる構成について第3の変形例として説明する。

【0116】図20は第3の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。ここでは、動力をやりとりする要素についてのみ示した。制御ユニットや駆動回路等の電気系統は図示を省略した。実施例のハイブリッド車両に対し、アシストモータ140の結合先が相違する。即ち、第3の変形例のハイブリッド車両では、動力調整装置を構成するプラネタリギヤ120のプラネタリキャリア123にアシストモータ140を結合する。プラネタリギヤ120よりも上流側にアシストモータ140を結合することになる。

【0117】かかる構成は、先に図25を用いて説明した結合状態に対応する。従って、図26、図27で説明した通り、アンダードライブ走行時に動力の循環が生じる。第3の変形例でも、エンジン150から出力される動力の回転数を駆動軸112の目標回転数に近づけるように変速比を制御すれば、運転効率を向上することができる。なお、第3の変形例では、アンダードライブ走行時に動力の循環が生じるため、プラネタリギヤ120の入出力回転数がオーバードライブ走行に相当する関係を維持するように変速比を設定および制御すれば、更に運転効率の向上を図ることができる。第3の変形例においても、変速機構を構成するプラネタリギヤ200への各要素の結合状態、およびプラネタリギヤ200の結合箇所について種々の選択が可能である。

【0118】上述の実施例等では、プラネタリギヤ120およびモータ130の動力調整装置として用いたトルク変換装置を適用した場合を例示した。動力調整装置とは、エンジン150から入力された動力を、電力のやりとりによって少なくとも回転数の異なる動力に調整して伝達可能な装置をいう。実施例では、プラネタリギヤ120に結合されたモータ130を力行または回生運転して、その回転数を制御することによって、エンジン150から出力された動力の大きさを変更しつつ、リングギヤ124側に伝達することができる。動力調整装置は、かかる作用を奏する構成であれば、その他種々の装置を適用することができる。異なる構成の動力調整装置を適用した場合を第4の変形例として例示する。

【0119】図21は第4の変形例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。第4の変形例は、

(17)

特開2000-346187

31

32とアウトロータ234を偲え、両者が相対的に回転可能な対ロータ電動機である。変速機構を構成するブラネタリギヤ200の出力軸、即ちリングギヤ204に結合された回転軸は、インナロータ232に結合されている。アウトロータ234は駆動軸112に結合されている。駆動軸112には実施例と同様、アシストモータ140が結合されている。

【0121】クラッチモータ230は、対ロータの同期電動発電機として構成されており、外周面に複数の永久磁石を有するインナロータ232と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたアウトロータ234とを偲え。アウトロータ234とインナロータ232とは、共に相対的に回転可能に軸支されている。クラッチモータ230はインナロータ232に偲えられた永久磁石による磁界とアウトロータ234に偲えられた三相コイルによって形成される磁界との相互作用により両者が相対的に回転駆動する電動機として動作し、場合によってはこれらの相互作用によりアウトロータ234に巻回された三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機としても動作する。アウトロータ234との電力のやりとりは、スリップリング118および駆動回路191を介して行われる。

【0122】クラッチモータ230はインナロータ232とアウトロータ234の双方が回転可能であるため、これらの一方から入力された動力を他方に伝達することができる。クラッチモータ230を電動機として力行運転すれば他方の軸に伝達される回転数を増すことができる。発電機として回生運転すれば動力の一部を電力の形で取り出しつつ回転数を低減して動力を伝達することができる。また、力行運転も回生運転も行わなければ、動力が伝達されない状態となる。この状態は機械的なクラッチを解放にした状態に相当する。作用・反作用の原理から明らかな通り、クラッチモータ230に入力されるトルクと出力されるトルクとは常に等しい。

【0123】かかる構成のハイブリッド車両におけるトルク変換について説明する。まず、「インナロータ232の回転数>駆動軸112の目標回転数Nd」の場合を考える。この場合は、クラッチモータ230を回生運転して、アウトロータ234の回転数が目標回転数Ndになるよう、回転数を低減して動力を伝達する。クラッチモータ230で伝達されたトルクは駆動軸112の目標トルクTdよりも低いから、アシストモータ140を力行してトルクを付加する。アシストモータ140の力行には、クラッチモータで回生された電力が用いられる。

「インナロータ232の回転数<駆動軸112の目標回

32

この場合は、クラッチモータ230を力行運転して、アウトロータ234の回転数が目標回転数Ndになるよう、回転数を増大して動力を伝達する。クラッチモータ230で伝達されたトルクは駆動軸112の目標トルクTdよりも高いから、アシストモータ140を回生運転して負荷をかける。アシストモータ140で得られた電力は、クラッチモータ230の力行に使用される。「インナロータ232の回転数<駆動軸112の目標回転数Nd」の場合には、下流側に位置するアシストモータ140から上流側に位置するクラッチモータ230に電力が供給されるため、動力の循環が生じる。

【0125】以上で説明した通り、第4の変形例のハイブリッド車両によれば、実施例のハイブリッド車両と同様、エンジン150から出力される動力を種々の回転数およびトルクからなる動力にトルク変換して駆動軸112に出力することができる。トルク変換の過程において、電力への変換を介して伝達される動力が存在する点も実施例と同様である。また、所定の走行状態においては、動力の循環が生じる点も同様である。従って、クラッチモータ230の入力回転数と出力回転数の差が近づくように走行状態に応じて変速比を制御すれば、実施例と同様の作用によりハイブリッド車両の運転効率を向上させることができる。

【0126】第4の変形例においても、ブラネタリギヤ120を用いた動力調整装置において説明した変形例と同様、種々の結合状態を採ることができる。また、動力調整装置は、実施例および第4の変形例の構成に限らず、電力のやりとりを介して回転数を変更しつつ動力を伝達可能な種々の構成を適用できる。

【0127】以上で示した実施例等では、ブラネタリギヤ200を用いた変速機構を適用した場合を例示した。かかる変速機構は、比較的簡易かつ小型の機構である利点がある。但し、本発明はかかる変速機構にのみ限定されるものではなく、種々の変速機構を適用することができる。

【0128】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、更に種々なる形態で実施し得ることは勿論である。例えば、本実施例のハイブリッド車両では、エンジンとしてガソリンエンジン150を用いたが、ディーゼルエンジンその他の動力源となる装置を用いることができる。また、本実施例では、モータとして全て三相同期モータを適用したが、誘導モータその他の交流モータおよび直流モータを用いるものとしてもよい。また、本実施

33

(18)

り換えと手動での切り換えとを選択可能な態様で構成することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例のハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図2】変速機構の動作について示す説明図である。

【図3】クラッチ210をオフにし、ブレーキ220をオンにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。

【図4】クラッチ210をオンにし、ブレーキ220をオフにした場合と等価な結合状態を模式的に示す説明図である。

【図5】プラネタリギヤ120の回転状態を示す説明図である。

【図6】本実施例のハイブリッド車両における差速制限について示す説明図である。

【図7】「車軸116の回転数 $N_d < \text{エンジン150の回転数} N_e$ 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図8】「車軸116の回転数 $N_d > \text{エンジン150の回転数} N_e$ 」の場合におけるトルク変換の様子を示す説明図である。

【図9】本実施例のハイブリッド車両における各種走行モードの使い分けの様子を示す説明図である。

【図10】通常走行時のトルク制御ルーチンのフローチャートである。

【図11】エンジンの運転ポイントと運転効率との関係について示す説明図である。

【図12】変速比切り換え制御ルーチンのフローチャートである。

【図13】直結状態から増速結合状態への切り替えの判断を示す説明図である。

【図14】増速結合状態から直結状態への切り替えの判断を示す説明図である。

【図15】オーバードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。

【図16】アンダードライブ走行時のトルク変換の様子を示す説明図である。

【図17】変速比の設定方法について示す説明図である。

【図18】第1の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図19】第2の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図20】第3の変形例としてのハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

特開2000-346187

34

【図23】電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図24】電動機を駆動軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図25】電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両の概略構成を示す説明図である。

【図26】電動機を出力軸に結合したハイブリッド車両において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも高い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【図27】オーバードライブ結合において、エンジンの回転数が駆動軸の回転数よりも低い状態における動力の伝達の様子を示す説明図である。

【符号の説明】

112…駆動軸
114…ディファレンシャルギヤ
116R, 116L…駆動輪
116…車軸
117…回転数センサ
118…スリップリング
120…プラネタリギヤ
121…サンギヤ
122…プラネタリピニオンギヤ
123…プラネタリキャリア
124…リングギヤ
125…リングギヤ軸
130…モータ
132…ロータ
133…ステータ
140…アシストモータ
142…ロータ
143…ステータ
150…エンジン
152…回転数センサ
156…クランクシャフト
165…アクセルペダルポジションセンサ
190…制御ユニット
191, 192…駆動回路
194…バッテリー
200…プラネタリギヤ
201…サンギヤ
202…プラネタリピニオンギヤ
203…プラネタリキャリア
204…リングギヤ

(19)

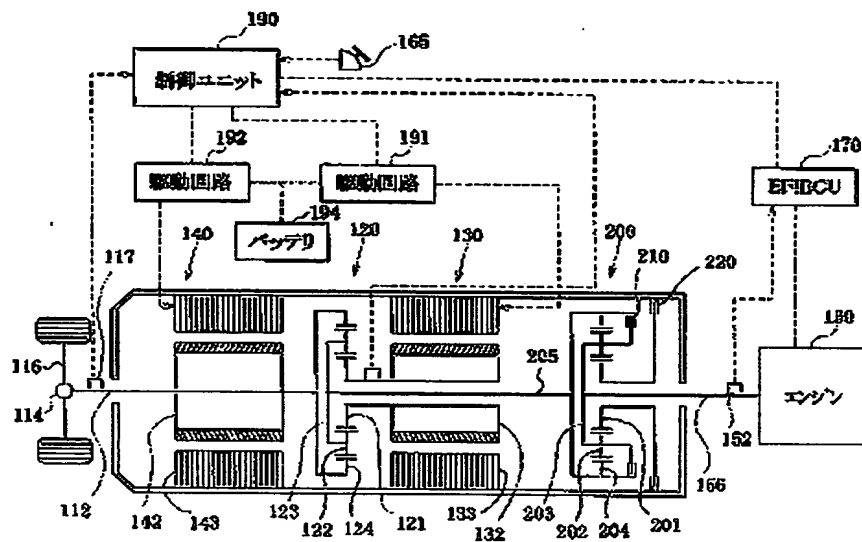
特開2000-346187

35

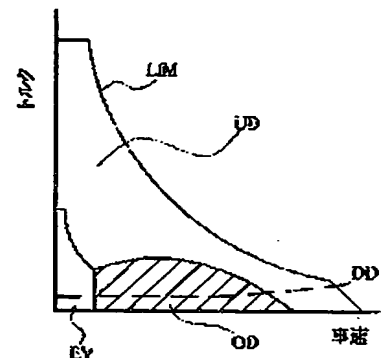
36

234...アウトロータ

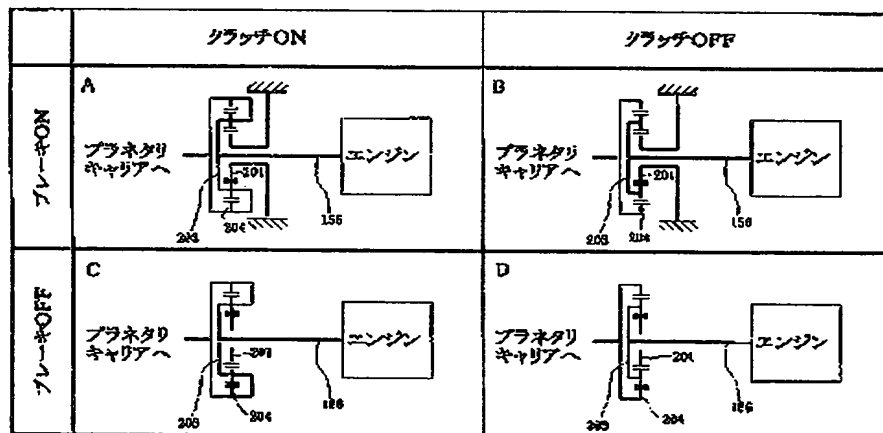
【図1】



【図9】



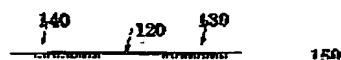
【図2】



【図3】



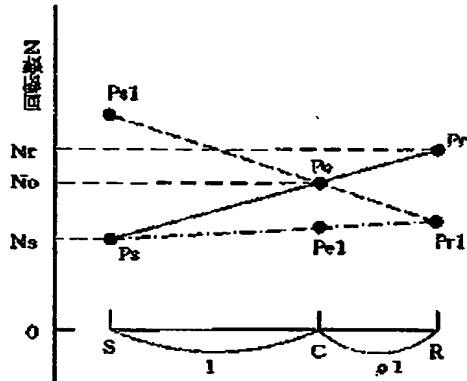
【図4】



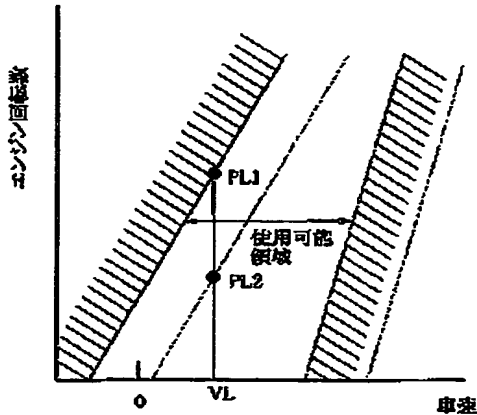
(20)

特開2000-346187

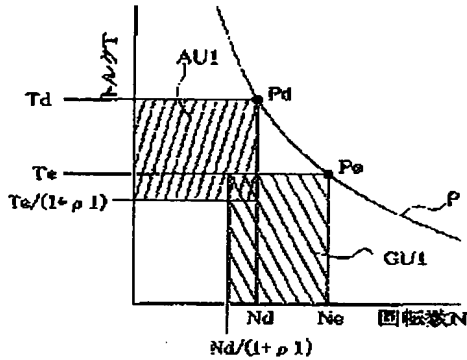
【図5】



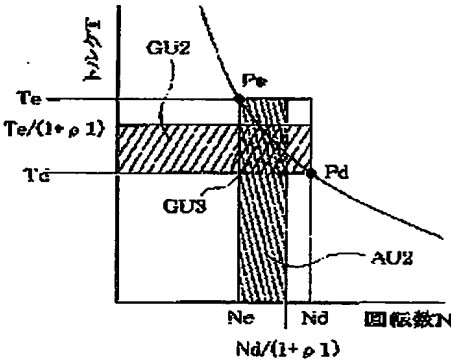
【図6】



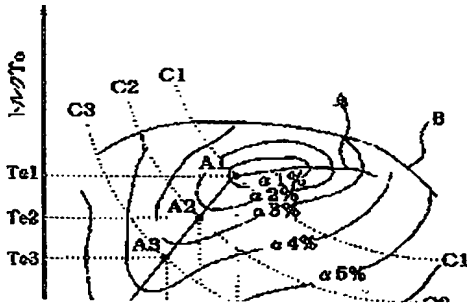
【図7】



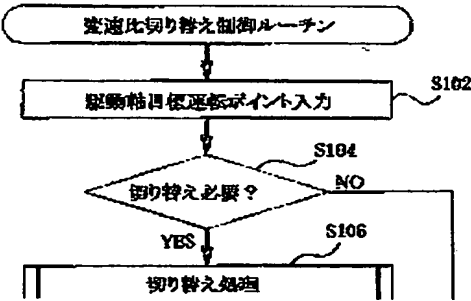
【図8】



【図11】



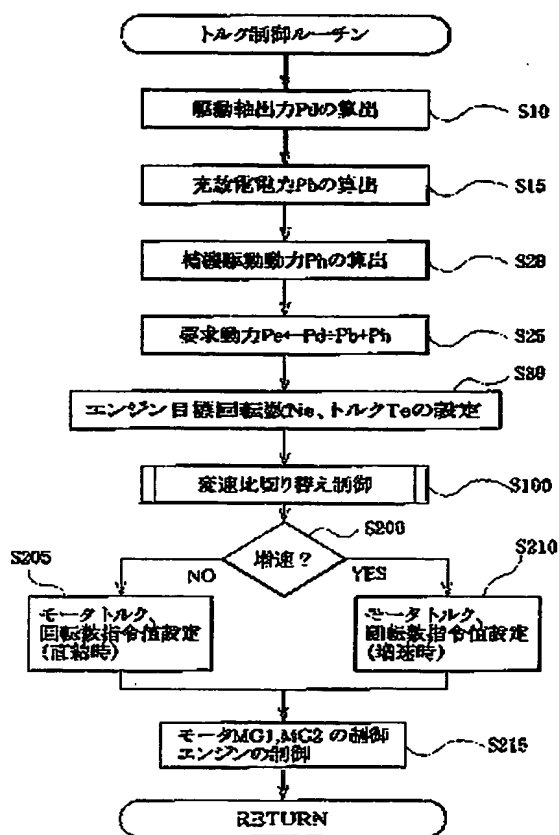
【図12】



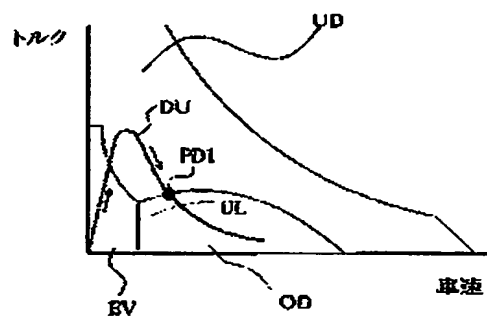
(21)

特開2000-346187

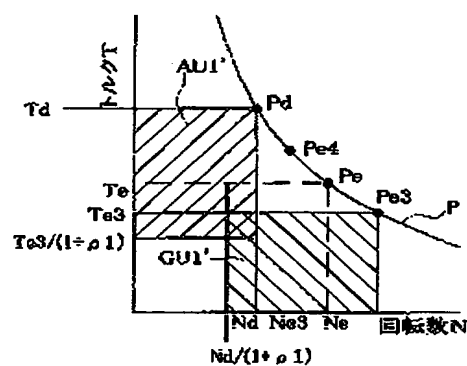
【図10】



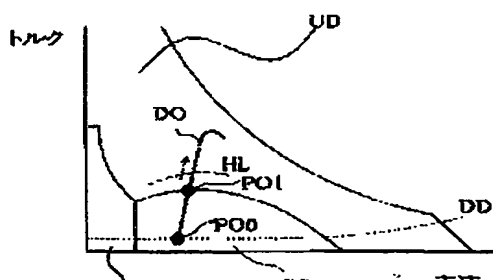
【図13】



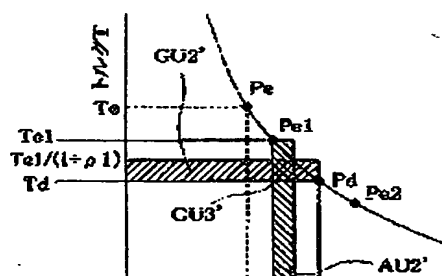
【図16】



【図14】



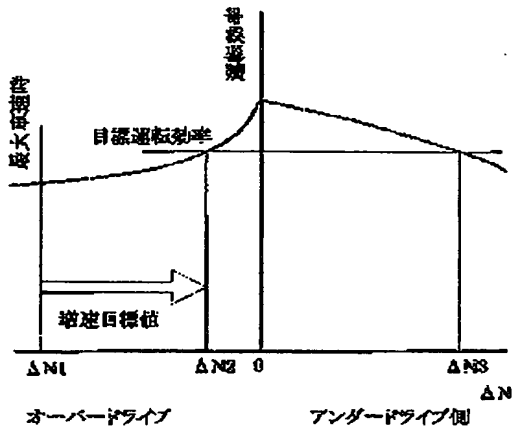
【図15】



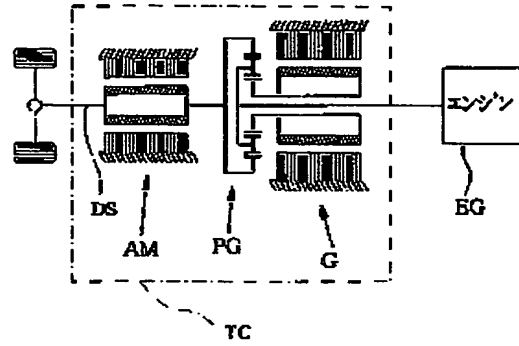
(22)

特開2000-346187

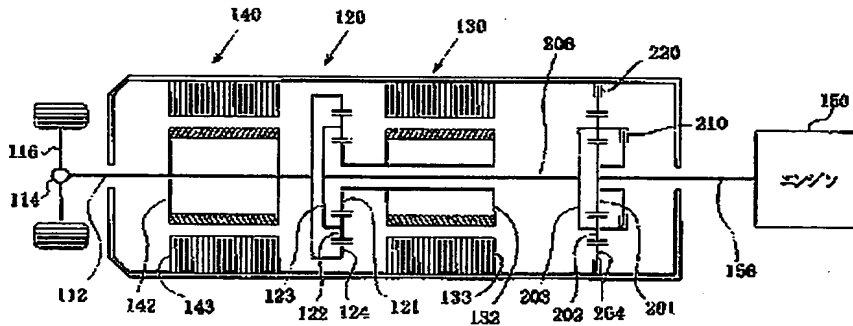
【図17】



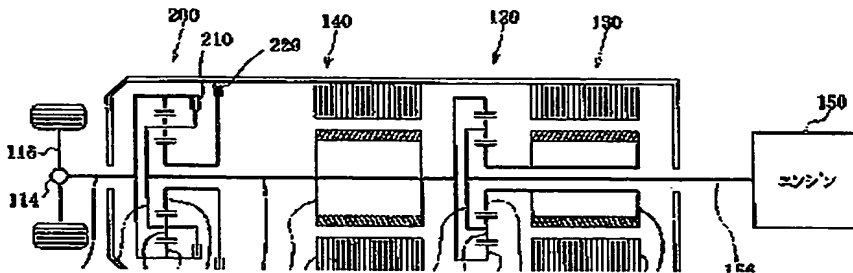
【図22】



【図18】



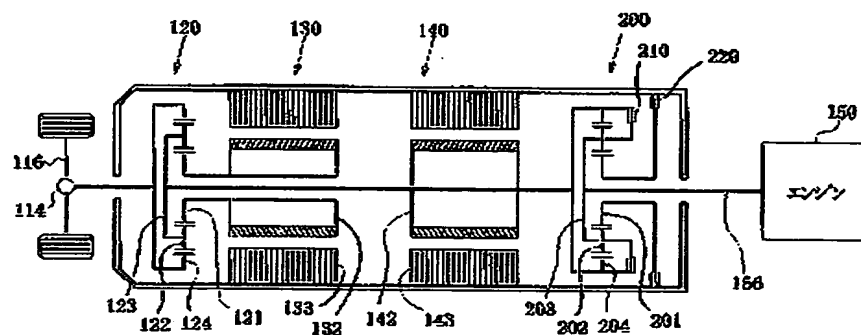
【図19】



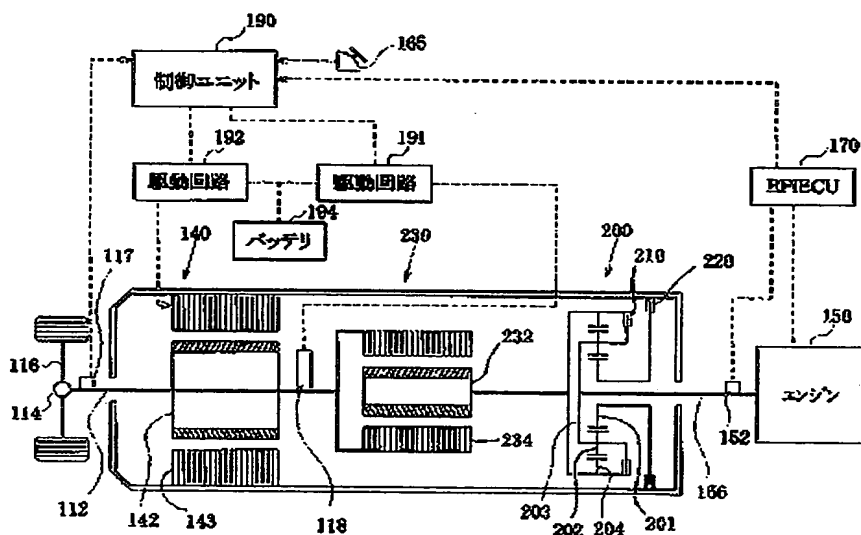
(23)

特開2000-346187

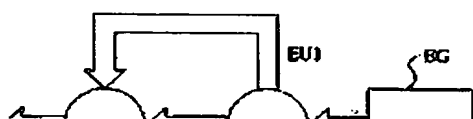
【図20】



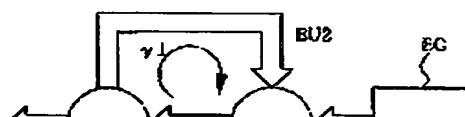
【図21】



【図23】



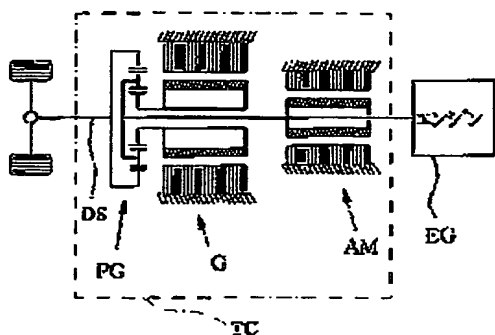
【図24】



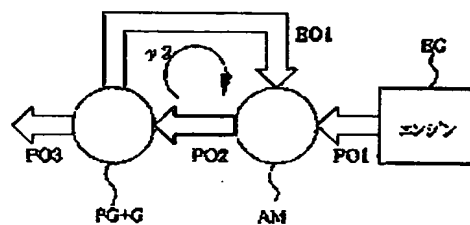
(24)

特開2000-346187

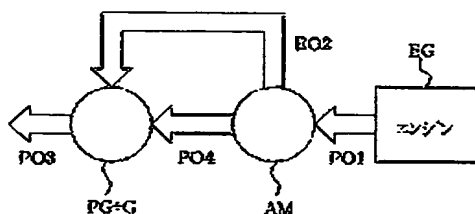
【図25】



【図26】



【図27】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

F i

フィールド (参考)

B 6 0 L 15/20

H 0 2 P 15/00

D

H 0 2 K 7/10

B 6 0 K 9/00

Z

H 0 2 P 15/00

F ターム (参考) 3D039 AA04 AB26 AC39

3J052 AA11 AA14 GC43 GC44 HA02
LA01

5H115 PA01 PG04 PI16 PI24 PI29

PI30 PU10 PU22 PU24 PU25

PV09 PV23 QA01 QN03 RB08

RB22 RE05 SE04 SE05 SE08

SJ12 TB01 TO21

5H607 BB01 BB02 BB07 BB14 CC03

CC05 CC07 EE02 EE06 EE22

EE33 EE34 FF22 FF24 HH03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.